

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:  
Steffen PETERS et al.

Appl. No.: Not Yet Assigned

Confirmation No. Not Yet Assigned

Filed: March 29, 2004

For: MICROWAVE MEASURING  
ARRANGEMENT FOR PRODUCT  
DENSITY MEASUREMENT

Art Unit: Not Yet Assigned

Examiner: Not Yet Assigned

Atty. Docket No.: 32368-202406

Customer No.

**26694**

PATENT TRADEMARK OFFICE

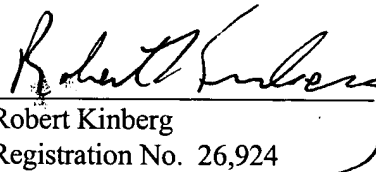
**Submission of Certified Copy of Priority Document**

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Application No. 103 13 964.8 filed on March 27, 2003 in Germany, the priority of which is claimed in the present application under the provisions of 35 U.S.C. 119.

Respectfully submitted,



Robert Kinberg  
Registration No. 26,924  
VENABLE LLP  
P.O. Box 34385  
Washington, D.C. 20043-9998

Date: March 29, 2004

Telephone: (202) 344-4000  
Telefax: (202) 344-8300

RK/cdw  
535041

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 13 964.8

**Anmeldetag:** 27. März 2003

**Anmelder/Inhaber:** TRÜTZSCHLER GMBH & CO KG,  
41199 Mönchengladbach/DE

**Bezeichnung:** Mikrowellen-Messanordnung zur Produkt-  
dichtemessung

**IPC:** G 01 N, D 01 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. Januar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Hintermeier

32368-202406  
Steffan PETERS et al.



**TRÜTZSCHLER GMBH & CO. KG**  
**D-41199 Mönchengladbach**

**23 165**

3

5

10

### **Mikrowellen-Messanordnung zur Produktdichtemessung**

15

Die Erfindung betrifft eine Messanordnung zur Dichtemessung eines Produkts mittels Mikrowellen, mit einem ersten Mikrowellenresonator, aus dem im Betrieb Mikrowellen in einen Produktraum eintreten, und einer Einrichtung zur Kompensation der auf das Messsignal des ersten Mikrowellenresonators wirkenden Umgebungseinflüsse und internen sowie externen Störgrößen.

20

25

Bei der Dichtemessung mit einer derartigen Messanordnung hängen die verwendeten Messgrößen, insbesondere die Resonanzfrequenz und die Breite der Resonanzkurve, von verschiedenen Umgebungseinflüssen und Störgrößen im ersten Resonator ab. Um die Einflüsse, wie z. B. die Temperatur des Resonators, auf den systematischen Messfehler zu kompensieren, ist es bekannt, einen Temperaturmessfühler an einer bestimmten Stelle des ersten Resonators vorzusehen und mit Hilfe der gemessenen Temperatur eine rechnerische Korrektur durchzuführen. Da die Temperatur in dem ersten Resonator nur punktuell bestimmt wird, ist die Genauigkeit der Kompensation, insbesondere bei einer räumlich inhomogenen und/oder zeitlich veränderlichen Temperaturverteilung, im ersten Resonator begrenzt.

30

35

Generell ist bspw. zur Kompensation von Temperatureinflüssen die Verwendung unterschiedlicher Materialien, im vorliegenden Fall für den ersten Resonator, mit Temperaturkoeffizienten entgegengesetzten Vorzeichens bekannt. Jedoch können sich - abgesehen von einem erhöhten Herstellungsaufwand - insbesondere die Übergangsstellen zwischen den unterschiedlichen Materialien mikrowellentechnisch nachteilig auswirken. Bekannt ist auch die Verwendung spezieller Legierungen und von Verbundwerkstoffen mit Wärmeausdehnungskoeffizienten nahe oder gleich Null. Auch hier kommt es zu einem erhöhten Herstellungsaufwand.

40

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, bei einer eingangs genannten Messanordnung den durch verschiedene Umgebungseinflüsse und interne sowie externe Störgrößen im ersten Resonator hervorgerufenen Messfehler zu reduzieren.

45

Die Erfindung sieht zu diesem Zweck vor, dass die Kompensationseinrichtung einen zweiten Mikrowellenresonator umfasst, der zum Produktraum hin gegenüber Mikrowellenstrahlung abgeschirmt ist.

Zunächst seien einige der verwendeten Begriffe erläutert.

50

„Resonator“ betrifft einen räumlichen Bereich, in dem sich ein stehendes Mikrowellenfeld ausbreiten kann. Dabei kann es sich um einen geschlossenen oder im wesentlichen geschlossenen Hohlraumresonator oder um einen offenen Resonator handeln.

4

## Seite 2

Ein Produkt, dessen Dichte gemessen wird, ist in einem „Produktraum“ genannten Raumbereich angeordnet, der im Betrieb des Sensors zu dem Raumbereich des ersten Resonators in einer festen räumlichen Beziehung steht. Der Produktraum kann teilweise oder vollständig innerhalb des ersten Resonatorraumes verlaufen; er kann auch räumlich vom ersten Resonatorraum getrennt sein. Im letzteren Fall kann der Produktraum an den ersten Resonatorraum angrenzen; er kann auch räumlich entfernt davon angeordnet sein, wobei das Feld über eine Leitung von dem Resonator zu dem Produktraum geleitet werden kann. Die Mikrowellen treten in den Produktraum ein, um in Wechselwirkung mit dem Produkt zu treten. In der Regel ist daher der erste Mikrowellenresonator zum Produktraum hin für Mikrowellen durchlässig. Das Produkt kann ein fortlaufender und/oder unendlicher Produktstrom sein, bspw. ein Faserband, ein Faservlies, Faserflocken oder Einzelfasern in Spinnereivorbereitungsmaschinen oder ein Tabakstrang in einer Zigarettenmaschine.

Erfindungsgemäß werden die mit dem zweiten Resonator - aufgrund von dessen Mikrowellenabschirmung zum Produktraum hin - bestimmten Messgrößen nicht von der Wechselwirkung des Mikrowellenfeldes mit der Dielektrizitätskonstanten beeinflusst. Indem die Messgrößen des ersten Resonators mit den entsprechenden Messgrößen des zweiten Resonators in geeigneter Weise in Beziehung gesetzt werden, kann daher der Einfluss von Umgebungseinflüssen und Störgrößen, die das Messsignal beider Resonatoren beeinflussen, kompensiert werden. Eine dieser Umgebungseinflüsse und Störgrößen ist bspw. der thermische Einfluss der Umgebung, wie die von dem Produkt ausgehenden Wärmebelastung.

Die Erfindung hat erkannt, dass bspw. die Temperaturverteilung im ersten Resonator räumlich inhomogen und/oder zeitlich veränderlich sein kann. Dieser Erkenntnis folgend ermöglicht die Erfindung die Messung beispielsweise einer integrierten Temperatur, d. h. gemittelt über einen Raumbereich, der hinsichtlich seiner Anordnung relativ zum Produktraum dem ersten Resonatorraum entspricht und daher im wesentlichen die gleiche Temperaturverteilung wie dieser aufweist. Dies steht im Gegensatz zu einer Temperaturmessung in einem Raumbereich, dessen Ausdehnung gering ist im Verhältnis zur Ausdehnung des ersten Resonators.

Insbesondere bei zeitlich veränderlichen, nicht homogen auftretenden Umgebungseinflüssen und Störgrößen kann bspw. die herkömmliche Messung der Temperatur des ersten Resonators an einem Punkt im Einzelfall zu einem verzerrten Messergebnis mit entsprechend großem Messfehler führen. Als Beispiel sei eine Anordnung betrachtet, bei der ein Temperaturmessfühler an der einer Wärmequelle abgewandten Seite des ersten Resonators angeordnet ist. Eine Erwärmung wirkt sich bereits durch die Erwärmung der dieser Wärmequelle zugewandten Seite des ersten Resonators auf das Messsignal aus; dies kann jedoch erst mit der Erwärmung der dieser Wärmequelle abgewandten Seite des ersten Resonators erfasst und kompensiert werden. In dem dazwischen liegenden Zeitraum findet demnach keine zufriedenstellende Temperaturkompensation statt.

Besonders gewinnbringend ist die Erfindung im Zusammenhang mit einem mit Dielektrikum gefüllten ersten Resonator. Dabei meint der Begriff „Dielektrikum“ eine Dielektrizitätszahl von mindestens 2, vorzugsweise mindestens 5. So wird bspw. die Temperaturabhängigkeit der Messgrößen des ersten Resonators dann maßgeblich

5

## Seite 3

von der Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätszahl der dielektrischen Füllung bestimmt. Aufgrund der häufig schlechten Wärmeleitungseigenschaften dielektrischer Materialien wirkt sich eine räumlich inhomogene Temperaturverteilung bzw. eine sich zeitlich verändernde Wärmebelastung besonders stark aus, da es lange dauern kann, bis sich eine stationäre Temperaturverteilung ausgebildet hat. Vorzugsweise ist demnach der zweite Resonator ebenfalls mit einem entsprechenden Dielektrikum gefüllt, das zu jedem Zeitpunkt der Messung eine vergleichbare Temperaturverteilung wie die dielektrische Füllung des ersten Resonators aufweist.

Vorzugsweise weist der zweite Resonator in Bezug auf die Reaktion auf die Umgebungseinflüsse und Störgrößen vergleichbare Eigenschaften wie der erste Resonator auf. Dies betrifft beispielsweise die Abmessung sowie das Material bzw. Materialien der Resonatoren (Anspruch 3), bspw. hinsichtlich der Wärmeleitungsfähigkeit, der Wärmeeindringzahl, des Wärmeübergangs, des Wärmedurchgangs, der Wärmekapazität, der Wärmeausdehnung und/oder weiterer thermisch relevanter Größen. Wenn die zu kompensierenden Eigenschaften des ersten Resonators von einem Material, bspw. einer dielektrischen Füllung, dominiert werden, reicht es in der Regel aus, wenn die entsprechenden Eigenschaften in Bezug auf dieses Material übereinstimmen.

Vorzugsweise sind der erste und der zweite Resonator aneinander angrenzend angeordnet (Anspruch 6) und/oder bilden eine bauliche Einheit (Anspruch 7); dadurch kann sichergestellt werden, dass beide Resonatoren den gleichen Umgebungseinflüssen und Störgrößen ausgesetzt sind. Es ist aber auch möglich, beide Resonatoren räumlich beabstandet voneinander anzuordnen.

Ein weiterer großer Vorteil der Erfindung ist die Tatsache, dass der zweite Resonator zweckmäßigerweise auch zur gleichzeitigen Kompensation des Einflusses weiterer Störgrößen, beispielsweise längerfristiger Driften der Elektronik oder Materialveränderungen durch Alterung, genutzt werden kann.

Die Produkttemperatur hat einen unmittelbaren Einfluss auf das Messsignal aufgrund der Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten des Produkts. Die Anordnung kann daher vorzugsweise einen zusätzlichen Temperatursensor, bspw. ein PT-100-Element oder ein berührungslos messendes Thermometer, zur direkten und schnellen Messung der Produkttemperatur enthalten, um das Messsignal in an sich bekannter Weise entsprechend korrigieren zu können.

Die Erfindung ist grundsätzlich sowohl bei einem auf Transmissionsmessung als auch bei einem auf Reflexionsmessung beruhenden ersten Resonator anwendbar.

Die Erfindung umfasst weiterhin eine vorteilhafte Vorrichtung für die erfindungsgemäße Verwendung und/oder zur Durchführung des erfindungsgemäßen Messverfahrens, insbesondere zur Messung der Dichte mindestens eines Bandes aus Textilfasern, z. B. aus Baumwolle, Chemiefasern o. dgl., bei der die Mikrowellen-Messanordnung zur Steuerung und/oder Regulierung einer Verarbeitungseinrichtung für mindestens ein Textilfaserband herangezogen wird.

## Seite 4

Zweckmäßig ist die Mikrowellen-Messanordnung am Ausgang einer Karde angeordnet. Vorzugsweise ist mindestens eine Mikrowellen-Messanordnung am Eingang und/oder am Ausgang des Streckwerks einer Strecke angeordnet. Mit Vorteil ist das Streckwerk ein Kardenstreckwerk am Ausgang einer Karde. Bevorzugt ist das Textilfaserband ein Kardenband. Zweckmäßig ist das Textilfaserband ein Streckenband. Vorzugsweise ist die Mikrowellen-Messanordnung an eine elektronische Steuer- und Regeleinrichtung, z. B. Maschinensteuerung und -regelung angeschlossen. Mit Vorteil ist an die Steuer- und Regeleinrichtung mindestens ein Stellglied, z. B. Antriebsmotor, zur Änderung der Dichte des Faserbandes angeschlossen. Bevorzugt ist an die Steuer- und Regeleinrichtung eine Anzeigeeinrichtung, z. B. Bildschirm, Drucker o. dgl., zur Darstellung der Dichte bzw. von Dichteänderungen des Faserbandes angeschlossen. Zweckmäßig wird die Mikrowellen-Messanordnung zur Überwachung der Dichte des produzierten Karden- oder Streckenbandes herangezogen.

Ein weiterer Anwendungsfall ist die Messung der Kopfverstärkung (Bereich höherer Dichte des Tabaks in einer Zigarette) während des Herstellungsprozesses einer Zigarette in einer Zigarettenmaschine.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Querschnittsansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Messanordnung mit räumlich beabstandeten Resonatoren,

Fig. 2 Querschnittsansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Messanordnung, bei der beide Resonatoren aneinander angrenzen und eine bauliche Einheit bilden,

Fig. 3 schematisch in Seitenansicht eine Karde mit der erfindungsgemäßen Mikrowellen-Messanordnung,

Fig. 4 einen Kannenstock mit Faserbandkanne mit einem Regulierstreckwerk mit der erfindungsgemäßen Mikrowellen-Messanordnung,

Fig. 5 schematisch in Seitenansicht eine Regulierstrecke mit je einer erfindungsgemäßen Mikrowellen-Messanordnung als Eingangs- bzw. Ausgangsmessglied,

Fig. 6 Regulierstrecke mit geschlossenem Regelkreis (Regelung) und der erfindungsgemäßen Messanordnung,

Fig. 7 Regulierstrecke mit offenem Regelkreis (Steuerung) und der erfindungsgemäßen Messanordnung und

## Seite 5

Fig. 8 Regulierstrecke mit einer Kombination aus offenem und geschlossenem Regelkreis (Führungsgrößenaufschaltung) und zwei erfindungsgemäßen Messanordnungen.

Die gezeigten Ausführungsformen betreffen in Figur 1 eine beabstandete Messanordnung und in Figur 2 eine baulich einheitliche Messanordnung, die aus dem Mikrowellensensor 1 (Messresonator) und der Kompensationseinrichtung 2 (Referenzresonator) besteht.

Das Produkt wird durch zwei Öffnungen durch den Mikrowellensensor 1 geführt.

Mikrowellen werden mittels geeigneter Einrichtungen 10 (Mikrowellen-Generator) erzeugt und über einen Anschluss 3 in den Resonator 1 eingespeist. Bei einer bestimmten Frequenz werden stehende Wellen in dem Resonator 1 angeregt. Der Verlauf der Feldstärke im Bereich des Resonators 1 ist in den Figuren 1 und 2 schematisch angedeutet. Mikrowellen treten in den Produktraum 12 ein und können mit einem darin befindlichen Produkt 9 in Wechselwirkung treten. Die Mikrowellen werden über einen Anschluss 4 ausgekoppelt und zu einer nachgeschalteten Auswerteeinrichtung 11 (Mikrowellen-Generator) geleitet. Der Referenzresonator 2 ist unmittelbar angrenzend an den Messresonator 1 angeordnet.

Über Anschlüsse 5 und 6 werden Mikrowellen, die vorzugsweise mit Hilfe des Schalters 7 von der Einspeisung 10 abgezweigt werden, in den Referenzresonator 2 ein- und ausgekoppelt. Über den Schalter 8 werden die Mikrowellen auf die Auswerteeinheit 11 geleitet. Die Frequenz des Umschaltens durch die Schalter 7 und 8 kann beliebig hoch sein. Aufgrund der gleichen Bauweise des Referenzresonators und des Messresonators herrschen in beiden Resonatoren 1, 2 jederzeit gleiche Bedingungen, z. B. eine etwa gleiche Temperaturverteilung.

Zur Messung wird die Frequenz des Feldes im Resonator 1 durch einen Bereich gefahren, der eine bestimmte, isolierte Resonanz enthält. Der durchzufahrende Bereich hängt unter anderem vom jeweiligen Produkt und von den in der Praxis auftretenden Feuchte- und Temperaturwerten (aufgrund der daraus folgenden Größe der Resonanzverschiebung) ab. Aus dem Ausgangssignal wird in einer Auswerteeinheit die Resonanzfrequenz  $f_1$  und die Halbwertsbreite  $\Gamma_1$  der gemessenen Resonanz ermittelt. Ein derartiger Mess- und Auswertezyklus kann in einem Bruchteil einer Sekunde erfolgen.

Zu bestimmten Zeitpunkten erfolgt eine entsprechende Messung in dem Referenzresonator 2. Die Frequenz des Feldes im Referenzresonator 2 wird durch einen Bereich gefahren, der eine bestimmte, isolierte Resonanz enthält; es wird ebenfalls die Resonanzfrequenz  $f_2$  und die Halbwertsbreite  $\Gamma_2$  bestimmt. Die Werte  $f_2$ ,  $\Gamma_2$  sind aufgrund der Anordnung des Referenzresonators 2 unabhängig von der Produktdichte. Die Werte  $f_2$ ,  $\Gamma_2$  werden anschließend anhand von zwei in der Auswerteeinheit gespeicherten Kalibrationskurven in entsprechende Werte  $f_0$ ,  $\Gamma_0$  umgerechnet. Die Werte  $f_0$ ,  $\Gamma_0$  bezeichnen die Resonanzfrequenz bzw. die Halbwertsbreite des Resonators 1 ohne Produkt (Leermessung). Diese Kalibrationskurven, welche den Zusammenhang zwischen den Größen  $f_2$  und  $f_0$  sowie zwischen den Größen  $\Gamma_2$  und  $\Gamma_0$

## Seite 6

- 5 für ein bestimmten Produktmaterial eindeutig festlegen, werden vorab in entsprechenden Kalibrationsmessungen durch Variation der Umgebungseinflüsse und bestimmter Störgrößen innerhalb eines in der Praxis auftretenden Bereichs bestimmt. Im Betrieb kann dann auf Leermessungen zur Bestimmung der Größen  $f_0$ ,  $\Gamma_0$  ganz verzichtet werden, was gerade bei Messungen an einem Produktstrom von Vorteil ist, wo Leermessungen nur bei unterbrochenem Produktstrom möglich sind.
- 10 Aus den genannten Größen wird in an sich bekannter Weise eine nur von der Materialdichte A abhängige, aber weder von der Materialfeuchte, noch - aufgrund der Erfindung - von Umgebungseinflüssen und bestimmten Störgrößen abhängige Größe  $\psi(A) = f((f_1 - f_0) ; (\Gamma_1 - \Gamma_0))$  gebildet. Die Materialdichte A wird aus der Größe  $\psi$  mittels einer in der Auswerteeinheit gespeicherten Kalibrationskurve ermittelt. Diese
- 15 Kalibrationskurve, welche den Zusammenhang zwischen den Größen A und  $\psi$  für ein bestimmtes Produktmaterial eindeutig festlegt, wird vorab in einer entsprechenden Kalibrationsmessung durch Variation der Produktdichte innerhalb eines in der Praxis auftretenden Bereichs bestimmt.
- 20 Die Messungen im Messresonator 1 und im Referenzresonator 2 erfolgen zur Vermeidung von Dispersionseinflüssen vorzugsweise bei etwa vergleichbaren Frequenzen. Der Referenzresonator 2 ist demnach hinsichtlich seiner Dimensionierung vorzugsweise so bemessen, dass die jeweils zu durchfahrenden Frequenzbereiche bei dem Messresonator 1 und bei dem Referenzresonator 2 einen
- 25 mittleren Abstand von weniger ein 1 GHz, vorzugsweise weniger als 100 MHz, weiter vorzugsweise weniger als 10 MHz aufweisen. Die Messungen finden vorzugsweise im Frequenzbereich von 0,1 bis 20 GHz, weiter vorzugsweise 1 bis 5 GHz, weiter vorzugsweise 2 bis 3 GHz, weiter vorzugsweise 2,4 bis 2,5 GHz statt.
- 30 Fig. 3 zeigt eine Karde 54, z. B. Trützscher Hochleistungskarde DK 903, mit Speisewalze 13, Speisetisch 14, Vorreißen 15<sub>1</sub>, 15<sub>2</sub>, 15<sub>3</sub>, Trommel 16, Abnehmer 17, Abstreichwalze 18, Quetschwalzen 19, 20, Vliesleitelement 21, Flortrichter 22, Abzugswalzen 23, 24, Wanderdeckel 25, Kannenstock 26 und Kanne 27. Die Drehrichtungen der Walzen sind mit gebogenen Pfeilen gezeichnet. Die
- 35 Abzugswalzen 23, 24 ziehen ein Kardenband 28 ab, das über Umlenkrollen 29, 30 zum Kannenstock 26 gelangt und von dort in der Kanne 27 abgelegt wird. Zwischen den Abzugswalzen 23, 24 und der Umlenkrolle 29 ist die erfindungsgemäße Mikrowellen-Messanordnung 31 (sh. Fig. 1, 2) angeordnet. Die Mikrowellen-Messanordnung 31 ist an eine elektronische Steuer- und Regeleinrichtung 32, z. B.
- 40 Mikrocomputer, angeschlossen, die über einen regulierbaren Antriebsmotor 33 die Drehzahl der Speisewalze 13 verändert. Auf diese Weise erfolgt eine Regulierung der Dichte des Kardenbandes 28, das mit hoher Geschwindigkeit, z. B. 200 m/min und mehr aus den Abzugswalzen 23, 24 austreten kann. Mit A ist die Arbeitsrichtung bezeichnet.
- 45 Nach Fig. 4 ist oberhalb des Kannenstocks 26 ein Streckwerk 34 angeordnet, das dem in Fig. 5 gezeigten Streckwerk entspricht, auf dessen Beschreibung Bezug genommen wird. Am Eingang und am Ausgang des Streckwerks 34 ist jeweils eine Mikrowellen-Messanordnung 48 bzw. 49 vorhanden, die an die elektronische Steuer- und Regeleinrichtung 32 angeschlossen sind, die weiterhin mit Antriebsmotoren 19,
- 50



## Seite 7

20 für das Streckwerk 34 und einem Antriebsmotor 21 für den Kannenteller in Verbindung steht.

5 Nach Fig. 5 weist eine Strecke 55, z. B. Trützschler-Strecke HSR, ein Streckwerk 34 auf, dem ein Streckwerkseinlauf 34a vorgelagert und ein Streckwerksauslauf 34b nachgelagert sind. Die Faserbänder 35 treten aus (nicht dargestellten) Kannen kommend in die Bandführung 36 ein und werden, gezogen durch die Abzugswalzen  
10 zu dem Streckwerk 34 transportiert. Das Streckwerk 34 ist als 4-über-3-Streckwerk konzipiert, d. h. es besteht aus drei Unterwalzen I, II, III (I Ausgangs-Unterwalze, II Mittel-Unterwalze, III Eingangs-Unterwalze) und vier Oberwalzen 37, 38, 39, 40. Im Streckwerk 34 erfolgt der Verzug des Faserverbandes 35" aus mehreren Faserbändern 35. Der Verzug setzt sich zusammen aus Vorverzug und Hauptverzug.  
15 Die Walzenpaare 40/III und 39/II bilden das Vorverzugsfeld, und die Walzenpaare 39/II und 38, 37/I bilden das Hauptverzugsfeld. Die verstreckten Faserbänder 35" erreichen im Streckwerksauslauf 34a eine Vliesführung 41 und werden mittels der Abzugswalzen 42, 43 durch einen Bandtrichter 44 gezogen, in dem sie zu einem Faserband 45 zusammengefasst werden, das anschließend in einer (nicht dargestellten) Kanne abgelegt wird. Mit C ist die Arbeitsrichtung, mit 35" sind die Faserbänder im Streckwerk bezeichnet. Die Abzugswalzen, die Eingangs-Unterwalze III und die Mittel-Unterwalze II, die mechanisch, z. B. über Zahnriemen gekoppelt sind, werden von dem Regelmotor 46 angetrieben, wobei ein Sollwert vorgebar ist.  
20 (Die zugehörigen Oberwalzen 39 bzw. 40 laufen mit.) Die Ausgangs-Unterwalze I und die Abzugswalzen 43, 44 werden von dem Hauptmotor 47 angetrieben. Am Streckwerkseinlauf 34a wird eine der Dichte proportionale Größe der eingespeisten Faserbänder 35 von dem erfindungsgemäßen Einlaufmessorgan 48 gemessen. Am Streckwerksauslauf 34 a wird die Dichte des Faserbandes von einem dem Bandtrichter 44 zugeordneten erfindungsgemäßen Auslaufmessorgan 49 gewonnen.  
25 Eine zentrale Rechneinheit 50 (Steuer- und Regeleinrichtung), z. B. Mikrocomputer mit Mikroprozessor, ermittelt eine Einstellung der Stellgröße für den Regelmotor 46. Die Messgrößen der beiden Messorgane 48 bzw. 49 werden während des Streckvorganges an die zentrale Rechneinheit 50 übermittelt. Aus den Messgrößen des Einlaufmessorgans 48 und aus dem Sollwert für die Dichte des austretenden Faserbandes 45 wird in der zentralen Rechneinheit 50 der Stellwert für den  
30 Regelmotor 46 bestimmt. Die Messgrößen des Auslaufmessorgans 49 dienen der Überwachung des austretenden Faserbandes 45 (Ausgabebandüberwachung). Mit Hilfe dieses Regelsystems können Schwankungen in der Dichte der eingespeisten Faserbänder 35 durch entsprechende Regulierungen des Verzugsvorganges kompensiert bzw. eine Vergleichmäßigung der Faserbänder erreicht werden. Mit 51 ist ein Bildschirm, mit 52 ist eine Schnittstelle, und mit 53 ist eine Eingabeeinrichtung bezeichnet.

45 Die Figuren 6, 7 und 8 zeigen – im Prinzip – das Streckwerk einer Strecke mit unterschiedlichen Ausbildungen für die Regulierung der Faserbanddichte. Fig. 6 zeigt einen geschlossenen Regelkreis, bei dem die Mikrowellen-Messanordnung 49 am Ausgang des Streckwerks angeordnet ist. Das das Streckwerk verlassende Fasergut durchläuft die Messanordnung 49, deren Ausgangssignal in der Regulierelektronik 50 mit einem Sollwert verglichen und so umgeformt wird, dass ein entsprechendes  
50 Regelsignal an ein Stellglied (Regelmotor 46, sh. Fig. 5) für die Walze II gelangt. Das der Dichte des austretenden Fasergutes entsprechende Ausgangssignal beeinflusst

## Seite 8

5 somit das Drehzahlverhältnis der Verzugswalzenpaare 39/II und 38/I im Sinne einer Vergleichmäßigung des Fasergutes. Fig. 7 zeigt einen offenen Regelkreis (Steuerung). Dabei befindet sich die Mikrowellen-Messanordnung 48 im Bereich des auf das Streckwerk zulaufenden Fasergutes 35, das dessen Dichte misst und das entsprechende Messsignal in der Regulierelektronik 50 in ein Steuersignal umformt, das an ein Stellglied (Regelmotor 46, sh. Fig. 5) für die Walze II abgegeben wird. Der Laufzeit des Fasergutes 35 von der Messanordnung 48 bis zum Streckwerk wird auf elektronische Weise Rechnung getragen. Fig. 3 zeigt eine Kombination von einem offenen und geschlossenen Regelkreis, bei dem die Messsignale der Messanordnung 49 den Messsignalen der Messanordnung 48 überlagert werden.

15 An einer Produktionsmaschine, z. B. einer Karde 54 (Fig. 3) und Strecke 55 (Fig. 5) zur Steuerung und/oder Regulierung sowie zur Überwachung der Gleichmäßigkeit der erzeugten Faserbänder 28 bzw. 45, kann die Kompensation von Umgebungseinflüssen und Störgrößen durch den Referenzresonator 2 vorzugsweise bei regelmäßigen Produktionspausen und/oder Maschinenstillständen, beispielsweise Kannenwechseln, erfolgen, bei denen Messungen mit dem Messresonator 1 nicht erforderlich sind. Die Referenzmessung im Referenzresonator 2 kann in regelmäßigen oder auch unregelmäßigen Zeitabständen erfolgen. Es kann ausreichen, wenn eine Messung im Referenzresonator 2 nach einigen Minuten, vorzugsweise spätestens nach wenigen Stunden, erfolgt, wenn sich Umgebungseinflüsse und Störgrößen nur entsprechend langsam auswirken. Der Wirkungsgrad der Maschine wird hierdurch nicht beeinflusst.

20 25 Wenn die Umschaltung der Schalter 7 und 8 (Fig. 1 und 2) und die Stabilisierung des elektrischen Feldes in den Resonatoren 1 und 2 in kurzer Zeit erfolgt, kann die Korrektur der Mikrowellen-Messanordnung in entsprechend kurzer Zeit erfolgen. Auf diese Weise kann die Kompensation der Umwelteinflüsse und Störgrößen während der laufenden Produktion in einer Verarbeitungsmaschine verwirklicht werden.

110

TRÜTZSCHLER GMBH & CO. KG  
D-41199 Mönchengladbach

23 165

5

10

### Ansprüche

15

1. Verwendung einer Mikrowellen-Messanordnung mit einem ersten Mikrowellenresonator (1), aus dem im Betrieb Mikrowellen in einen Produktraum (12) eintreten, und einer Einrichtung zur Kompensation von Umgebungseinflüssen und Störgrößen, insbesondere der Temperatur, auf das Messsignal, wobei die Kompensationseinrichtung einen zweiten Mikrowellenresonator (2) umfasst, der zum Produktraum (12) hin gegenüber Mikrowellenstrahlung abgeschirmt ist, zur Messung einer Materialeigenschaft, insbesondere der Dichte oder einer anderen dielektrischen Eigenschaft, ausgenommen der Feuchte, eines im Produktraum angeordneten Produkts (9).

20

25

2. Messverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es für die Messung an einem Faserstrang, beispielsweise einem Faserband (28; 35) an einer Spinnereivorbereitungsmaschine oder einem Tabakstrang bei einer Zigarettenmaschine, vorgesehen ist.

30

3. Messverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Resonator (1) und der zweite Resonator (2) im wesentlichen gleichartig aufgebaut sind.

35

4. Messverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Resonator (1) und der zweite Resonator (2) mindestens teilweise mit einem Dielektrikum ( $\epsilon_r > 2$ ) gefüllt sind.

40

5. Messverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Resonator (1) und der zweite Resonator (2) mit Mikrowellen derselben Frequenz gespeist werden.

45

6. Messverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Resonator (1) und der zweite Resonator (2) aneinander angrenzend angeordnet sind.

50

7. Messverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Resonator (1) und der zweite Resonator (2) eine bauliche Einheit bilden.

121

## Seite 2

- 5 8. Messverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Produkt (9) durch den ersten Resonator (1) läuft.
- 10 9. Messverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Resonator (1) und/oder der zweite Resonator (2) im wesentlichen vollständig geschirmte Hohlraumresonatoren mit Öffnungen für die Probenzuführungen sind.
- 15 10. Vorrichtung für die Verwendung und/oder zur Durchführung des Messverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, insbesondere zur Messung der Dichte mindestens eines Bandes aus Textilfasern, z. B. aus Baumwolle, Chemiefasern o. dgl., dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrowellen-Messanordnung (1, 2; 31; 48, 49) zur Steuerung und/oder Regulierung einer Verarbeitungseinrichtung (54, 55) für mindestens ein Textilfaserband (9; 28, 35) herangezogen wird.
- 20 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrowellen-Messanordnung (31) am Ausgang einer Karde (54) angeordnet ist.
- 25 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Mikrowellen-Messanordnung (35, 36; 48, 49) am Eingang und/oder am Ausgang des Streckwerks (34) einer Strecke (55) angeordnet ist.
- 30 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Streckwerk (34) ein Karden-Streckwerk am Ausgang einer Karde (54) ist.
- 35 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Textilfaserband (9) ein Kardenband (28) ist.
- 40 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Textilfaserband (9) ein Streckenband (35) ist.
- 45 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrowellen-Messanordnung (1, 2; 31; 48, 49) an eine elektronische Steuer- und Regeleinrichtung (32; 50), z. B. Maschinensteuerung und -regelung angeschlossen ist.
- 50 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass an die Steuer- und Regeleinrichtung (32; 50) mindestens ein Stellglied, z. B. regelbarer Antriebsmotor (33; 46), zur Änderung der Dichte des Faserbandes (9; 28; 35) angeschlossen ist.

13

## Seite 3

- 5 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass an die Steuer- und Regeleinrichtung (32; 50) eine Anzeigeeinrichtung, z. B. Bildschirm (51), Drucker o. dgl., zur Darstellung der Dichte des Faserbandes (9; 28; 35) angeschlossen ist.
- 10 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrowellen-Messanordnung (1, 2; 31; 48, 49) zur Überwachung der Dichte des produzierten Karden- oder Streckenbandes herangezogen wird.

14

Fig 1

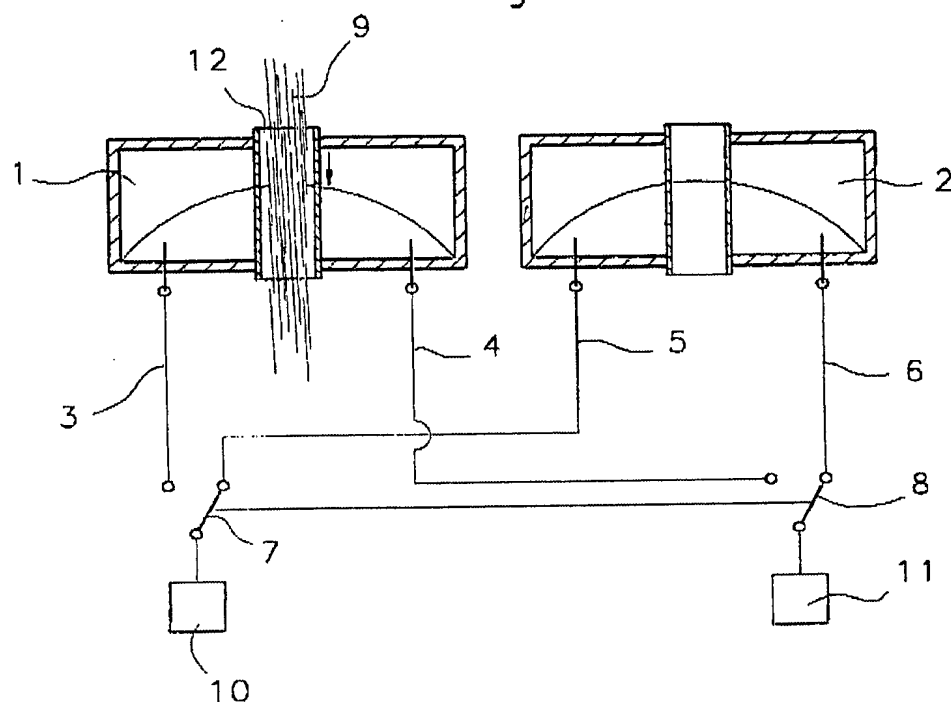
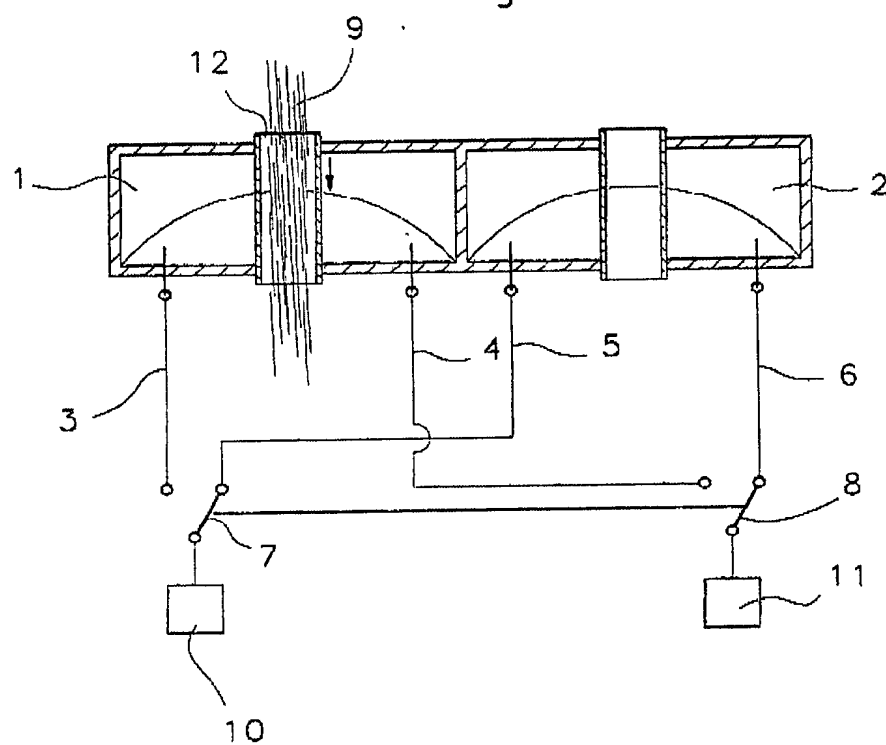


Fig 2



15

Fig.3

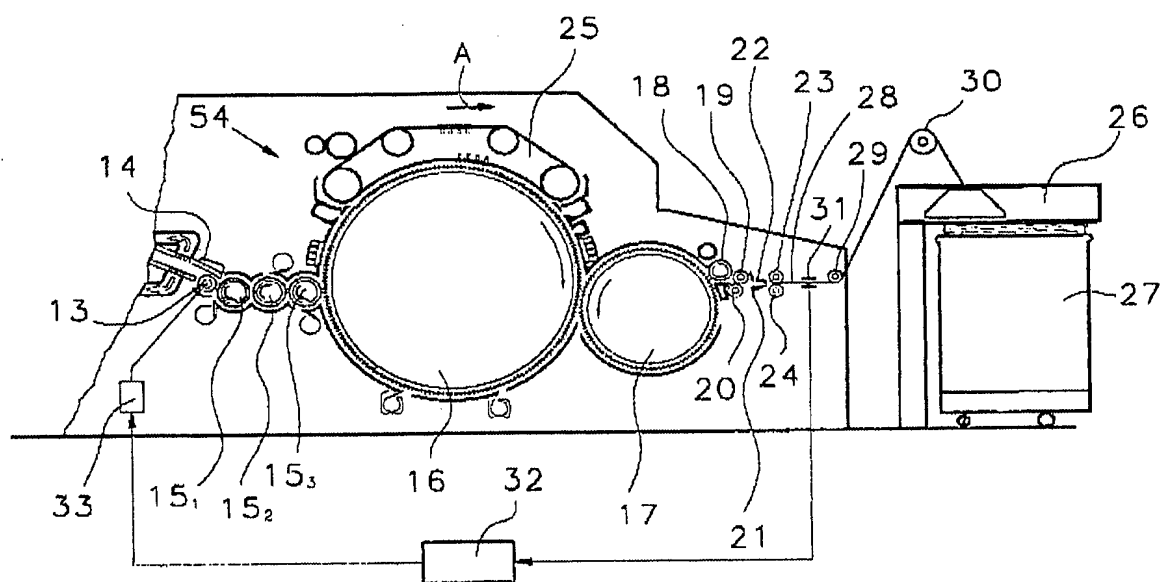
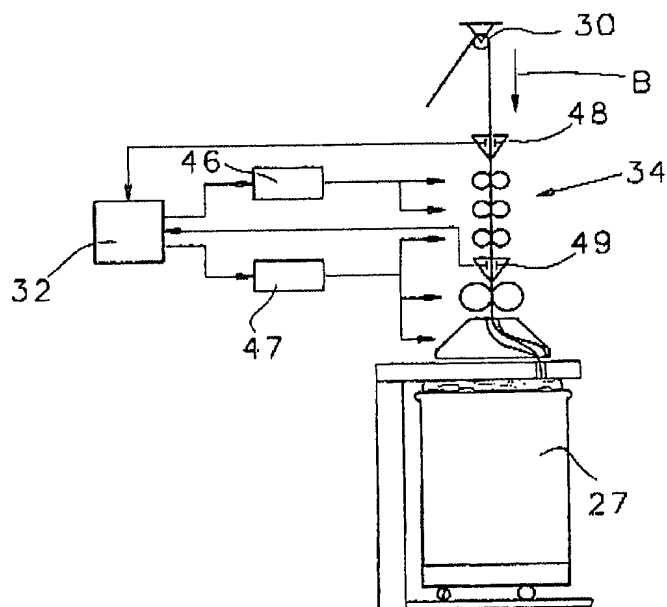


Fig.4



16

Fig. 5

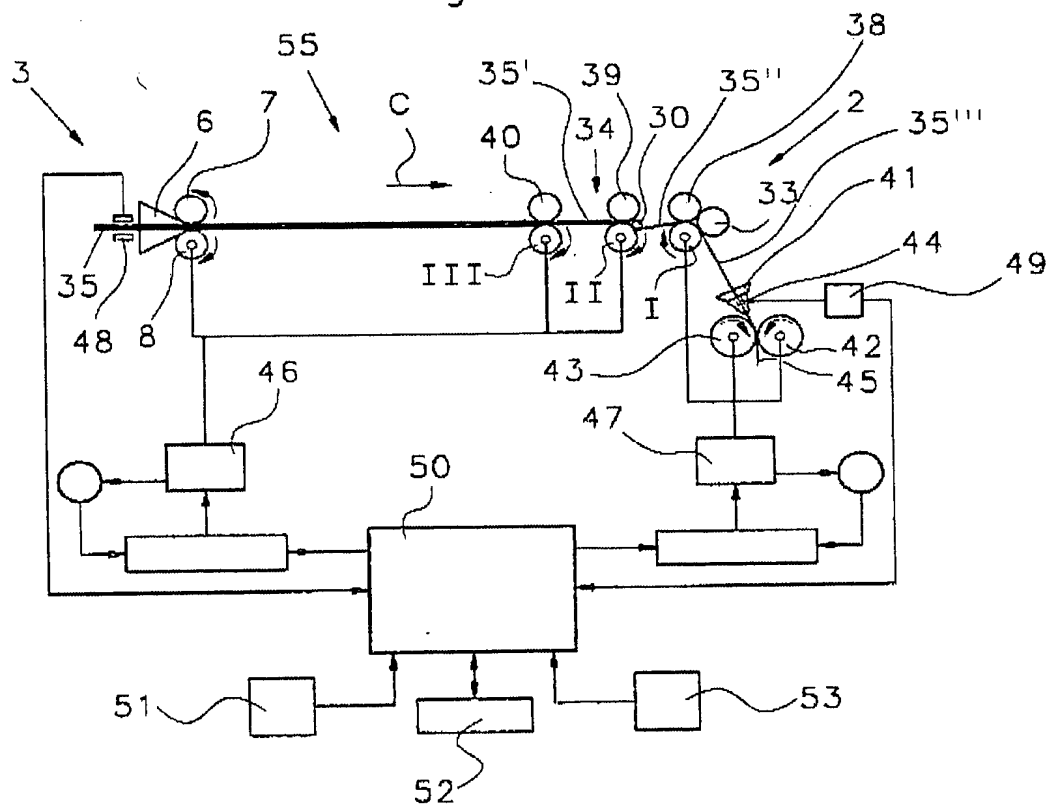


Fig. 6

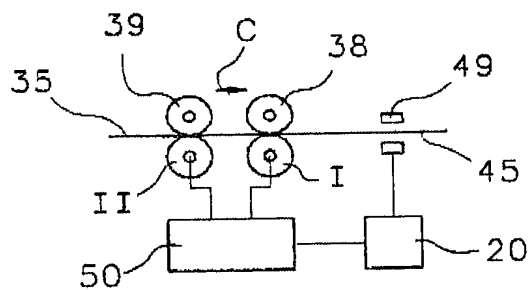


Fig. 7

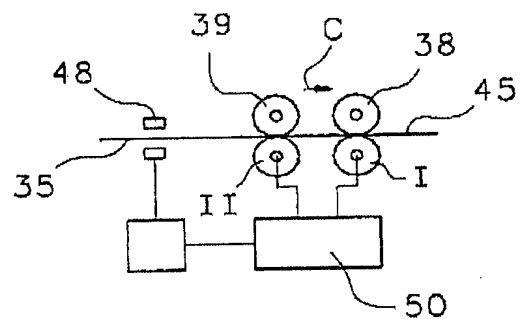
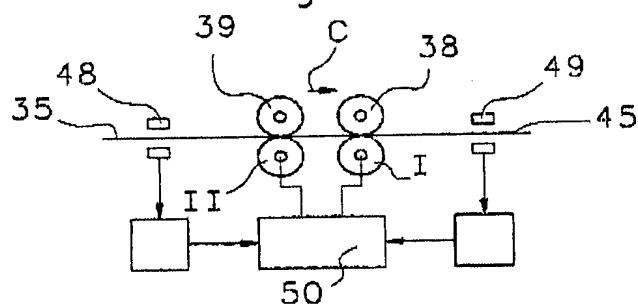


Fig. 8





TRÜTZSCHLER GMBH & CO. KG  
D-41199 Mönchengladbach

23 165

5

10

### Zusammenfassung

15

Die Erfindung betrifft eine Messanordnung zur Dichtemessung eines Produkts mittels Mikrowellen. Die Messanordnung umfasst einen ersten Mikrowellenresonator (1), aus dem im Betrieb Mikrowellen in einen Produktraum (12) eintreten, und eine Einrichtung zur Kompensation der das Messsignal des ersten Mikrowellenresonators (1) beeinflussenden Umgebungseinflüsse und Störgrößen. Erfindungsgemäß umfasst die Kompensationseinrichtung einen zweiten Mikrowellenresonator (2), der zum Produktraum (12) hin gegenüber Mikrowellenstrahlung abgeschirmt ist.

20

(Fig. 1)

25

30

35

40

45

50